

## КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ВЫСОКОСЕРНИСТОГО НЕФТЯНОГО КОКСА

**Юхно Д.С., Ермак А.А.**

*УО «Полоцкий государственный университет», Республика Беларусь,  
г. Новополоцк. E-mail: D.Yukhno@pdu.by.*

В настоящее время мировая экономика ориентирована на развитие процессов, углубляющих переработку нефти, и новые мощности по процессу замедленного коксования вводятся в Российской Федерации и соседних странах.

При переработке сырья с большим содержанием серы образуется низкосортный высокосернистый кокс. Такой кокс имеет низкую стоимость, и предприятия сталкиваются с трудностями при его реализации. Кроме того, в ряде государств имеются ограничения или невозможность использования нефтяного кокса.

Сернистый и высокосернистый нефтяной кокс может применяться в различных областях народного хозяйства. Увеличение мощностей коксования в совокупности с утяжелением нефти приведет к росту объема производства высокосернистого нефтяного кокса, который имеет низкую стоимость и трудность сбыта для производителей, с одной стороны, финансовую, с другой – на фоне общего ужесточения требований к качеству сырья у импортеров.

К настоящему времени существуют следующие направления переработки сернистого нефтяного кокса [1–3].

Одним из таких путей является получение на основе нефтяного кокса сорбентов различного назначения.

Уже существует технология получения углеродного сорбента на основе нефтяного кокса методом парогазовой активации. В качестве связующего материала используются нефтяные пеки. Содержание пека, обеспечивающего необходимую прочность гранул, составляет 30 % в его смеси с нефтяным коксом. Данная технология заключается в смешивании нефтяного кокса с пеком в присутствии растворителя, формовании полученной смеси, карбонизации и последующем активировании гранул водяным паром. Предварительные испытания полученного активированного углеродного материала показали возможность его использования, например, при очистке сточных вод от фенола [4].

В настоящее время ведется поиск новых эффективных методов активирования нефтяного кокса. Разработан способ получения углеродного адсорбента совместной карбонизацией сырого нефтяного кокса и гидроксида калия. Полученный продукт представляет собой порошкообразный материал

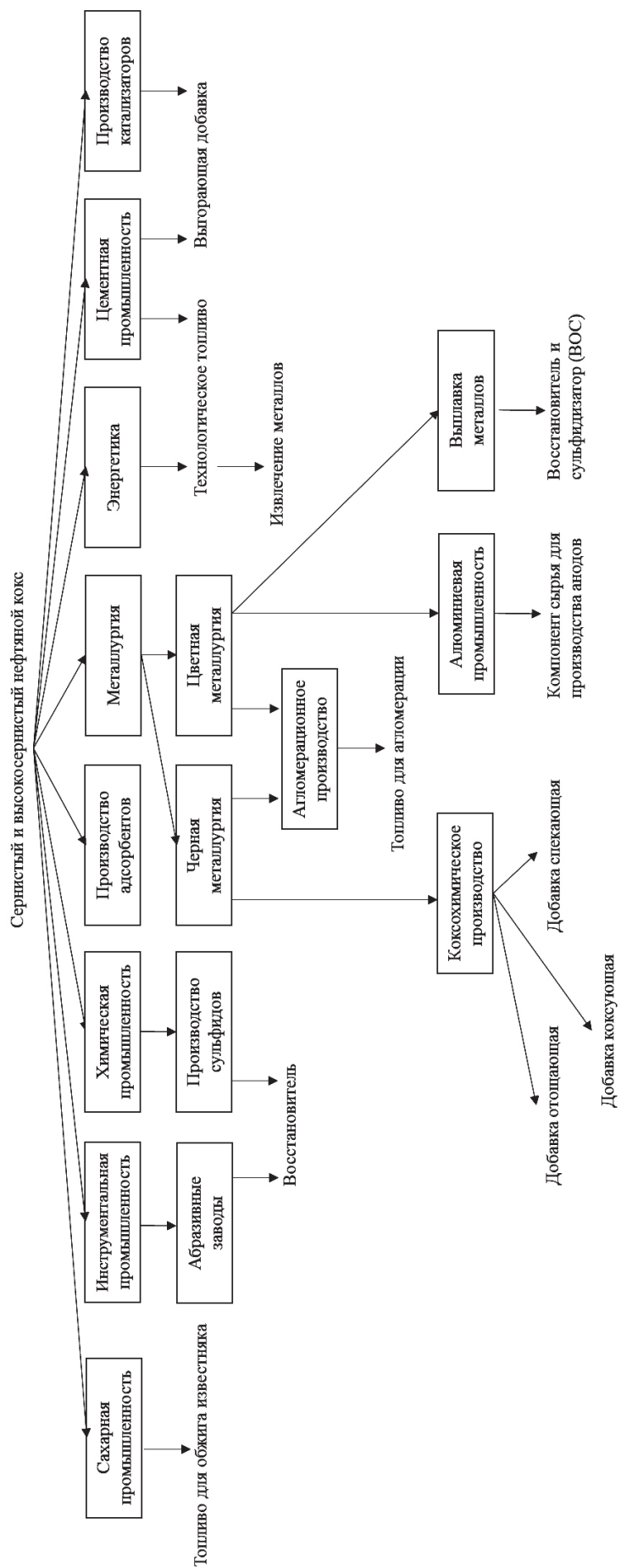


Рис. 1. Области применения сернистого нефтяного кокса

с низкой насыпной плотностью [5]. Разрушение исходных гранул в процессе карбонизации является недостатком метода щелочной активации. Для решения проблемы получения гранулированных и формованных сорбентов на основе метода щелочной активации предпринимаются попытки по использованию связующих материалов. Например, в качестве недорогого способа приготовления формованного углеродного адсорбента предлагается совместная карбонизация активированного гидроксидом калия сырого нефтяного кокса и нефтяного пека в качестве связующего материала [6].

Одним из направлений получения углеродного сорбента на основе нефтяного кокса является его химическая активация. В зависимости от используемых при активации реагентов такие сорбенты находят применение в качестве катализаторов, носителей для катализаторов, селективных адсорбентов в различных областях, например, нефтепереработке и др. Наибольший интерес для извлечения тяжелых металлов из различных водных растворов, а также приготовления нанесенных катализаторов представляют поверхностные кислородные группировки [7–8]. В качестве окисляющих агентов используется, например, концентрированная азотная кислота. В результате такие окисленные активные угли приобретают специфические свойства обмена катионов [7].

Практически, процесс получения активированных углей химической активацией сводится к дегидратации углеродсодержащего материала. В качестве активирующих агентов могут применяться серная кислота, фосфорная кислота, хлорид цинка, сульфид калия, роданид калия, карбонаты щелочных металлов, щелочи (преимущественно гидроксид калия) [4, 7, 9]. Однако, химической обработкой также возможно привить к углеродным материалам различные функциональные группы ( $\langle\text{SO}_3\text{H}\rangle$ ,  $\langle\text{PO}_3\text{H}_2\rangle$ ,  $\langle\text{COOH}\rangle$ ,  $\langle\text{NH}_2\rangle$  и др.) с получением в конечном итоге ионитов с уникальными свойствами. Например, сульфированные активные угли можно получить путем дополнительной обработки окисленных азотной кислотой образцов дымящейся серной кислотой [10].

Для получения активных углей с улучшенными характеристиками (с заранее заданной пористой структурой) в качестве добавок к нефтяному коксу возможно использовать пористые сополимеры или смолы сферической грануляции. Однако, как известно, для таких материалов необходимо применять так называемую «химическую» карбонизацию, основанную на структурирующем (сшивающем) действии некоторых химических веществ. В результате «химической» карбонизации кроме дополнительной сшивки цепей протекает прививание функциональных групп и окисление. Последнее обстоятельство обеспечивает эффективную карбонизацию такого материала при термообработке – удаление кислород- и серосодержащих продуктов приводит к дополнительной сшивке углеродных цепей и, в конечном итоге, к повышенному выходу карбонизированного продукта по углероду [7].

Таким образом, использование нефтяного кокса для производства пористых материалов позволяет не только решить проблемы трудности его сбыта и рациональности применения, но и создать востребованные для народного хозяйства материалы, в т.ч. с уникальными свойствами.

### Литература

- [1] Сюняев З.И. Нефтяной углерод. М.: Химия. 1980. 272 с.
- [2] Валявин Г.Г., Запорин В.П., Габбасов Т.И., Калимуллин Т.И. Процесс замедленного коксования и производство нефтяных коксов, специализированных по применению // Территория нефтегаз, 2011 г. №8. с. 44–48.
- [3] Хайрутдинов И.Р., Жирнов Б.С., Аршишкин И.М. Аспекты применения сернистого нефтяного кокса в производстве цемента // Башкирский химический журнал, 2012. Т. 19. №4. с. 215–219.
- [4] Тагиров М.А. Технология получения активированного углеродного материала на основе нефтяного кокса: дисс. ... канд. тех. наук: 05.17.07 / Тагиров Марат Анварович. Уфа, 2014. 110 с.
- [5] Кугатов П.В., Кусалиев А.В., Жирнов Б.С. Получение углеродного адсорбента на основе сырого нефтяного кокса путем совместной карбонизации с гидроксидом калия // Кокс и химия, 2019. №1. с. 23–28.
- [6] Кугатов П.В., Жирнов Б.С. Формованный углеродный адсорбент на основе активированного гидроксидом калия нефтяного кокса // Химия и технология топлив и масел, 2020. №3. с. 22–25.
- [7] Адсорбция, адсорбенты и адсорбционные процессы в нанопористых материалах – М.: Издательская группа «Граница», 2011. 496 с., ил.
- [8] Кугатов П.В. Использование пористых углеродных материалов в качестве носителей для катализаторов // Башкирский химический журнал, 2011. Т. 18. №1. с. 98–105.
- [9] Белецкая М.Г. Синтез углеродных адсорбентов методом термохимической активации гидролизного лигнина с использованием гидроксида натрия: дисс. ... канд. тех. наук: 05.21.03 / Белецкая Марина Геннадьевна. Архангельск, 2014. 153 с.
- [10] Сыч Н.В., Котинская Л.И., Купчик Л.А., Викарчук В.М. Получение и свойства сульфированных катализаторов на основе промышленного угля Aquasorb для гидролиза сахарозы // Катализ и нефтехимия, 2017. №26. с. 88–91.

## АДСОРБЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕСКОВ И ИХ БАРЬЕРНЫЕ СПОСОБНОСТИ В ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Яковлева А.А., Нгуен Ч.Т.

*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Россия, г. Иркутск. E-mail: ayakovistu@mail.ru.*

Окружающая среда подвергается загрязнению различными веществами из-за непрерывного процесса глобализации. К типичным поллютантам,